

Ortadoğu Toz Kaynaklarının Tespiti ve Fırat-Dicle Nehir Havzası (Suriye-Irak) Tarım Alanları Üzerindeki Etkisinin Değerlendirilmesi

Ayhan Ateşoğlu^{1*}, Metin Tunay, Talha Berk Arıkan, Saffet Yıldız

¹Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 74100, Bartın.

Özet

Çalışma, Ortadoğu'daki toz kaynaklarının tespit edilmesi ve bu kaynakların oluşturduğu tehdidin Fırat ve Dicle nehirleri etkisi altındaki Irak ve Suriye'deki tarım alanlarında meydana getireceği olası zararların belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından Temmuz 2015 tarihinde Antalya/Türkiye'de uzaktan algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı yazılım olan Collect Earth metodolojisi kullanılarak, içinde Suriye ve Irak'ında yer aldığı Ortadoğu bölgesinin 2000-2015 yılları arasındaki mevcut arazi örtü/kullanım sınıfları, değişimleri, vejetasyon durumu incelenmiş ve sonuçları FAO tarafından yapılmıştır. Açık kaynaklı ve ücretsiz olan Collect Earth yazılımında yüksek çözünürlüklü uydu verisi içeren Google Earth ve Bing Maps görüntüleri kullanılmaktadır. Aynı zamanda orta çözünürlük ve global olan Modis, Landsat 7 ve 8 uyduları üzerinden üretilmiş tüm veri setlerini kullanmamıza da olanak sağlamaktadır. SAIKU isimli istatistik programı yardımıyla veri analizi yapılabilen ve rakamsal verilere ulaşılabilir. Bu çalışmada, Collect Earth yöntemi kullanılarak tüm Ortadoğu bölgesi için oluşturulan veri seti üzerinden CBS kullanılarak toz kaynakları bölgeleri risk seviye sınıfları haritası oluşturulmuştur. Risk sınıfları haritasına göre Irak'ın toplam alanının %63,6'sı, Suriye'nin ise toplam alanının %53,7'sinin üçüncü derece toz kaynak bölgelerinde yer aldığı tespit edilmiştir. Bölge için son derece önemli olan yüzeysel su varlığı alanlarının toz kaynakları bölgeleri risk seviye sınıflarına göre dağılımları incelendiğinde, Irak'ın en fazla yüzeysel su varlığının %71,3 ile üçüncü derece toz kaynak bölgelerinde yer aldığı tespit edilmiştir. Suriye'nin ise en fazla su varlığı alanlarının sırasıyla %27,4 ve %25,9 ile dördüncü ve beşinci derece toz kaynak bölgelerinde yer aldığı tespit edilmiştir. Ortadoğu'ya ilişkin özellikle kum/kumul alanları, tarım alanları ve su varlığına ilişkin yapılan sınıflandırma sonuçları yorumlanarak, özellikle Fırat ve Dicle nehirleri etkisi altındaki Irak ve Suriye ölçeğinde değerlendirmeler yapılmıştır.

Anahtar Sözcükler

Ortadoğu, Collect Earth, Toz Kaynakları, Fırat-Dicle Nehri

Determining Dust Sources of Middle East and Assessing Their Impact on Agricultural Lands in Euphrates-Tigris River Basin (Syria-Iraq)

Abstract

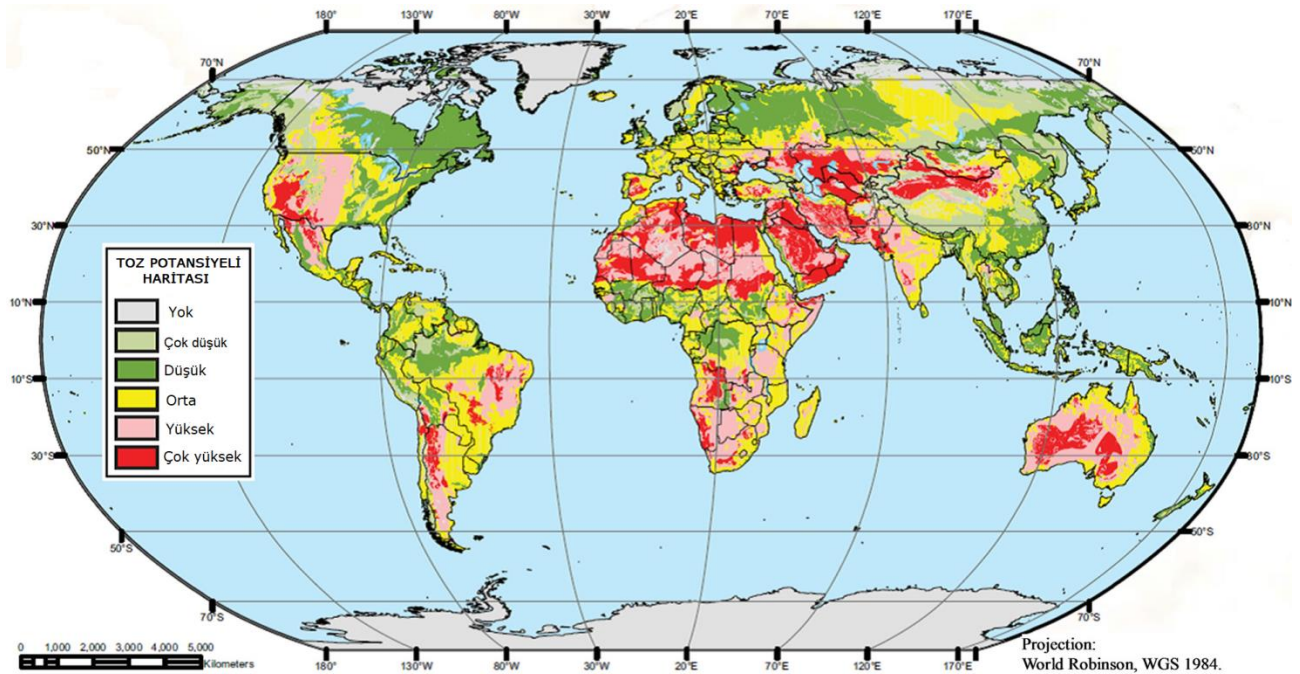
This study was carried out in order to determine the dust sources in the Middle status of Middle East region between 2000-2015 years have been analyzed using Collect earth methodology initiated by United Nations Food AND Agriculture Organized (FAO) in Antalya/Turkey on July 2015 and the results were reported by FAO.As being free of charge and an open source tool, the Collect Earth software uses very high resolution multi-temporal images from Google Earth and Bing Maps. At the same time, it also allows users to utilize all the datasets generated from mid-resolution images of Modis, Landsat 5, 7 and 8. Data analysis and numerical results can be achieved through SAIKU a statistical analysis program. In this study, by using GIS techniques on the dataset generated for the entire Middle East region, a map of risk level classes for dust resources areas were created. According to the risk classes map, it was confirmed that 63.6% of the total area of Iraq, and 53.7% of the total area of Syria were in the third-degree dust resources area. In addition, when the distribution of water resource areas consider highly important for Middle East region are examined according to risk level classes, it is seen that the largest water resources areas of Iraq were in the third-degree dust resources region with 71.3% while for Syria the largest water resource area were in the fourth and fifth degree dust resources region with 27.4% and 25.9%, respectively. By interpreting the results of the classification with regard to the Middle East, especially respect to sand/dune areas, agricultural lands and water resources, the evaluations are made especially on the scale of Iraq and Syria affected by Euphrates and Tigris River.

Keywords

Middle East, Collect Earth, Dust Source, Euphrates-Tigris River

1. Giriş

Kum ve Toz Fırtınaları (KTF), güçlü hareketi öngörülemeyen güçlü rüzgarlar, gevşek ve kuru topraklar ile buluştuğunda meydana gelmektedir. KTF'yi oluşturan koşullar özellikle kurak ya da yarı kurak bölgelerde sıklıkla görülmektedir. KTF zemin yüzeyinin üzerindeki ilk birkaç metre içerisinde ortaya çıkmaktadır. Rüzgar ile ince toz parçacıkları troposfere ve çok daha yüksek mesafelere çıkabilmekte ve buradan rüzgarlar yardımı ile uzak mesafelere taşınabilmektedir (Griffin vd. 2002). Bu nedenle toz kaynakları sadece bulundukları yerlerde değil, aynı zamanda daha geniş alanlarda da etkili olabilmektedir (Goudie ve Middleton 1992; Shao vd. 2011). KTF'nin iklim üzerine olumsuz etkileri, toprak, bitki ve su üzerine etkileri nispetinde topluma olan etkileri ve insan sağlığını tehdit etmesi dünya ölçeğinde önemini bir kat daha arttırmaktadır (Fryrear 1981; Alpert 1998; Bennett 2006; Prakash vd. 2015; Middleton 2017). Bazı kurak ve yarı kurak alanlarda özellikle rüzgar erozyonu ile etkin bir şekilde mücadele edilebilse de, son zamanlarda rüzgar erozyonu ve buna bağlı olarak KTF'de ciddi artışlar olduğu saptanmıştır. Bu alanlar özellikle Arap yarımadası (Hsu vd. 2012; Notaro ve Kalashnikova 2015), Doğu Akdeniz (Ganor vd. 2010; Krasnov vd. 2016), Aşağı Mezopotamya ve komşuları (Ghasem vd. 2012) ve Kuzeydoğu Asya'nın bir bölümünü (Yang et al. 2008) kapsamaktadır. Toz kaynak bölgelerinin dünyadaki dağılımı incelendiğinde (Şekil 1), Türkiye'nin komşu olduğu Ortadoğu bölgesindeki toz kaynak bölgeleri ve buna bağlı olumsuzluklarda artarak devam etmektedir (Middleton 2001). Ortadoğu bölgesindeki arazi bozulması ve sürdürülebilir olmayan arazi kullanımı; özellikle de yarı kurak bölgelerde, rüzgâr erozyonunu arttırabilmektedir. Bu durum doğrudan KTF'ye yol açmasa bile tarımsal verimliliği olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Gemma vd. 2016).



Şekil 1: Dünya toz potansiyeli haritası (<https://www.dri.edu/images/stories/editors/deeseditor/DEESdocs/DTF-web-sm.pdf>)

Mulitza vd. (2010) yaptığı çalışmada Afrika, Sahel bölgesindeki toz kaynak alanlarının arttığını ve bu nedenle KTF'de artış olduğunu tespit etmişlerdir. KTF'deki bu artışın özellikle tarım amaçlı kullanmak üzere diğer kullanım alanlarına tecavüzlerden ve yanlış arazi kullanımlardan kaynakladığı vurgulanmıştır. Tarımsal üretim amaçlı yapılan bilinçsiz arazi tahribatları ve mevcut vejetasyon tahribatının kum ve toz taşınımını arttırdığı belirtilmiştir. Vejetasyon devamlılığı bozulan ve tarım amaçlı kullanılmaya başlayan arazilerdeki yanlış uygulamalar, özellikle rüzgâr erozyonunu arttırmış ve bölgedeki toz taşınımı olumsuz yönde etkilediği saptanmıştır. Maleki vd. (2017) yaptığı çalışmada, Ortadoğu merkezli ve özellikle Irak toz kaynaklarından gelen kum ve tozların İran tarım alanlarını olumsuz yönde etkiledikleri saptanmıştır. Tarım bahçeleri, arı çiftlikleri, gül ve üzüm ekili alanların olumsuz etkilere maruz kaldıkları tespit edilmiştir. Toz kaynaklarına yönelik önlemlerin alınması gerektiği ve özellikle rüzgâr erozyonuna karşı çiftçilerin eğitilmeleri gerekliliği vurgulanmıştır. Xuan vd. (2004) yaptığı çalışmada KTF'nin olumsuz etkilerinin öncelikli olarak tarım alanlarını etkilediği, bunun sonucunda çiftçi gelirlerinin düştüğü, kırsal kalkınmanın yavaşladığı ve sosyo-ekonomik sıkıntılarının meydana geldiği belirtilmiştir. Ayrıca, Stefanski ve Sivakumar (2009)'da yaptıkları çalışmada KTF'nin, vejetasyon üzerine olumsuz etkileri sıralanmıştır. Fotosentez aktivitelerinin bozulduğu, ürün hasadını azalttığını, ürün kalitesinde düşüşler yaşandığı saptanmış ve özellikle bu bağlamda tarım alanlarına olan olumsuz etkileri belirtilmiştir. Sivakumar (2005), yaptığı çalışmada ise, insan kaynaklı arazi kullanımlarındaki değişimlerin KTF'yi arttırdığını savunmuştur.

Özellikle toz kaynaklarına yakın bölgelerdeki arazilerin insan kaynaklı yanlış kullanımları sonucunda rüzgâr erozyonuna maruz kaldığı ve bu nedenle KTF'yi arttırıcı bir unsur olduğu belirtilmiştir. Ürün hasarı, toprak verimliliği, ekonomi, göç, sağlık ve iklim üzerine olumsuz etkileri olduğu vurgulanmıştır. Toz kaynak bölgeleri ve bu bölgelere yakın alanlarda kum ve toz taşınımını azaltmak için, rüzgâr hızını azaltıcı, toprak malçlama ve diğer mekanik tedbirlerin alınarak arazi kullanım ve yönetimine ilişkin politikaların üretilmesi zorunluluğu belirtilmiştir.

Al-Ansari vd. (2012) yaptığı çalışmada Fırat ve Dicle nehirleri boyunca Mezopotamya havzasının Bağdat-Basra arası bölgenin alt kısmında yer alan bataklıkların 2000 yılı itibariyle mevcut alanların %10'u varlığını sürdürdüğünü tespit etmişlerdir. Özellikle Fırat ve Dicle nehirlerinin beslediği Hammar, Quana ve Huweizah bataklıkları bölgenin en önemli sulak alanlarının başında gelmektedir. Çalışmada, 2003 yılından bu yana bölgede ıslah çalışmaları sürdürüldüğü belirtilmiştir. Sissakian vd. (2013)'de yaptığı çalışmada, Ortadoğu toz kaynak bölgelerinden en çok etkilenen ülkelerin Irak ve Suriye olduğu belirtilmiştir. Irak merkezli toz kaynaklarına yönelik artışın en önemli genel nedenleri olarak, iklim değişikliği, yıllık yağış düşüşleri, sıcaklık artması ve nehir sularının ısınarak kalitesinin bozulması, bataklıkların kurutulması yanlış arazi kullanımları, arazi tahribatındaki artış ve çölleşme gösterilmiştir. Yerel nedenlerin başında ise, insan aktivitelerinin artması, askeri eylemler, uygun sulama yöntemi ihlalleri, tarım arazilerinin terk edilmesi gelmektedir. Bu nedenlerin sonucu olarak bölgede başta tarım arazileri olmak üzere vejetasyona olumsuz etkileri tespit edilmiştir.

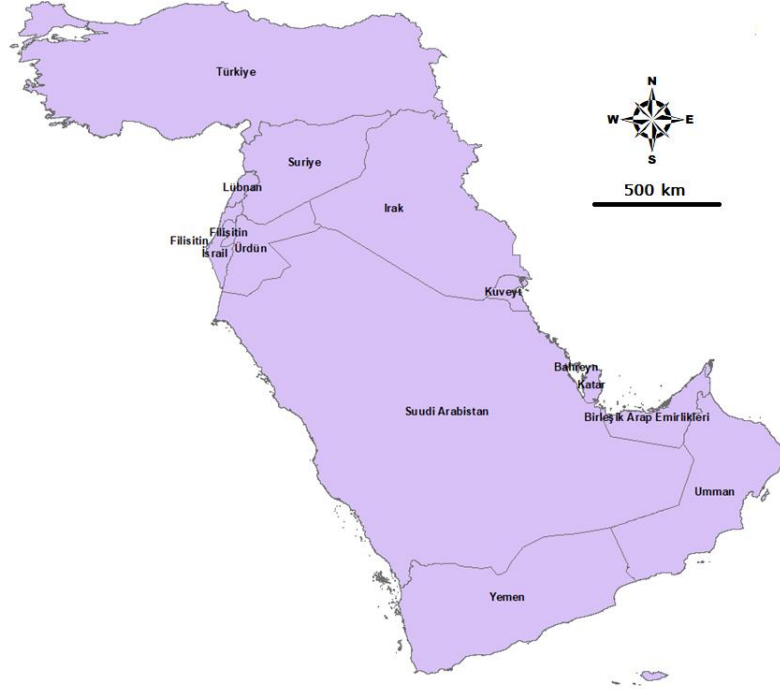
Türkiye merkezli kum ve toz taşınımına ilişkin çalışmalar genel olarak münferit şekilde yapılsa da, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü (2016)'da yaptığı tarım işletmelerinde tozla mücadele kapsamında, doğal olaylar sonucu oluşan tozları da ele almıştır. Son yıllarda ortalama 20 milyon ton tozun yaş ve kurur olarak ülkemize çökelediği, zaman olarak bu olayın ilkbahar ve sonbahar aylarında gerçekleştiği ve Suriye-Irak sınırına yakın alanlarda etkili olduğu belirtilmiştir. Şengün ve Kıranşan (2013) yaptığı çalışmada KTF'nin etkilediği bölgeleri kaynak alanları, oluşum mevsimleri ve taşınımında etkili olan faktörleri araştırmıştır. Kaynak bölgeleri bazında Sahra çölüne vurgu yapılan çalışmada, Ortadoğu merkezli toz kaynaklarının da varlığı ve olumsuz etkileri belirtilmiştir. Bağcı ve Şengün (2012) yaptığı çalışmada, Türkiye'nin başta Sahra bölgesi olmak üzere Ortadoğu kaynaklı her yıl 20 milyon toz taşınımının gerçekleştiği belirtilmiştir. KTF'nin bitkiler üzerine kuru ve yaş olarak çökelen tozların barındırdıkları minarellerle bitkileri besledikleri, fakat özellikle stomaları tıkayarak fotosentez ve solunum yapmalarının engelledikleri için vejetasyona yönelik olumlu ve olumsuz etkileri vurgulanmıştır. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü bünyesinde (2016) gerçekleştirilen uluslararası kum ve toz çalıştay sonuç raporunda KTF'nin etkilerinin azaltılması başlığında, ekstrem iklim ve toprak koşullarına dayanıklı (kuraklık, tuzluluk, vb.) endemik bitki türleri kullanılması ve korunması, KTF ile mücadele stratejilerinin uygulanmasına yerel halk dahil edilmesi, KTF'nin olumsuz etkilerini azaltmada kullanılacak olan modeller yerel ve bölgesel ihtiyaçları karşılaması başlıklarına değinilmiştir. KTF'nin olumsuz etkilerine neden olan ve/veya hızlandıran faktörlerin (arazi örtüsü kaybı, aşırı otlama, toprak işleme metotları vb.) analiz edilmesine ve bu faktörleri azaltıcı veya önleyici uygun önlemler alınması kararlaştırılmıştır. Ayrıca yerel halkı bu önlemleri kendi topraklarında uygulamaya teşvik edilmesi ve KTF sorunu ve çözümleri konusunda yerel halk arasında bilgi aktarımına ihtiyaç duyulduğu vurgulanmıştır.

Diğer önemli bir konu ise, Ortadoğu'daki Suriye ve Irak sınırları içerisinde de yer alan Fırat ve Dicle nehirleri başta olmak üzere bölgelerdeki su kaynaklarının hidropolitik önemidir. Stratejik öneme sahip su kaynaklarının sınırlı boyutta oluşu, suyun ekonomik ve etkin olarak kullanılmasını zorunlu kılmaktadır (Dursun 2006; Özdemir vd. 2008). Suriye ve Irak merkezli her iki nehrin çevresinde tarıma elverişli alanlar yer almaktadır (Svholmullies 2009). Buralarda yapılan tarım faaliyetleri için gerekli su ihtiyacının karşılanması, bu bölgelerdeki toprağı stabilize eden bitki türlerinin ve tarımsal faaliyetlerin sürdürülebilirliği açısından büyük önem taşımaktadır. Bölgede gerek ekolojik gerekse siyasi kaynaklı sorunların bilimsel gerçeklerle ortaya konması, sorunun tanımlanması ve çözüm önerilerinin getirilmesi açısından oldukça önemlidir. Bu amaçla T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü bünyesinde gerçekleştirilen çalışmada, Suriye ve Irak ülke sınırları içerisinde, Fırat ve Dicle nehirleri etkisi altında her iki nehir çizgisine paralel 10 km genişliğindeki tampon bölge içerisinde) 111386.8 km²'lik alanda Collect Earth metodolojisi kullanılarak 2001-2016 yıllarını kapsayan "Fırat-Dicle Nehir Havzası Arazi Değişiminin İzlenmesi Projesi" (ÇEM 2017) gerçekleştirilmiştir. Proje sonucunda Fırat ve Dicle nehirlerinin etkisi altındaki tarım alanlarında vejetasyon artışı tespit edilmiştir. Başta bu tarım alanları olmak üzere, diğer tarım alanlarını da etkileyebilecek toz kaynaklarının ve kaynaklardan etkilenebilecek yüzeysel su kaynaklarının belirlenmesinin önemi de ortaya çıkmıştır.

Bu çalışma, özellikle Irak ve Suriye merkezli olmak üzere Ortadoğu'daki toz kaynaklarının tespit edilmesi, toz kaynaklı tehdidi altındaki yüzeysel su varlıklarının belirlenmesi ve toz kaynaklarının her iki ülke tarım alanlarına olan muhtemel etkilerinin değerlendirilebilmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla "Küresel Ormancılık Envanteri ve Kurak Alanların Değerlendirilmesi Projesi" kapsamında ilk kez FAO tarafından kullanılan Collect Earth veri seti kullanılarak kum (sand) ve kumul (dune) sınıfları baz alınarak toz kaynakları risk haritası oluşturulmuştur. Risk haritalamasına ilişkin veri seti, Avrupa Uzay Ajansı'na (ESA) ait arazi sınıfları haritası ile ilişkilendirilmiş ve sonuçları Fırat ve Dicle nehirlerini kapsayan Irak ve Suriye ölçeğinde değerlendirilmiştir.

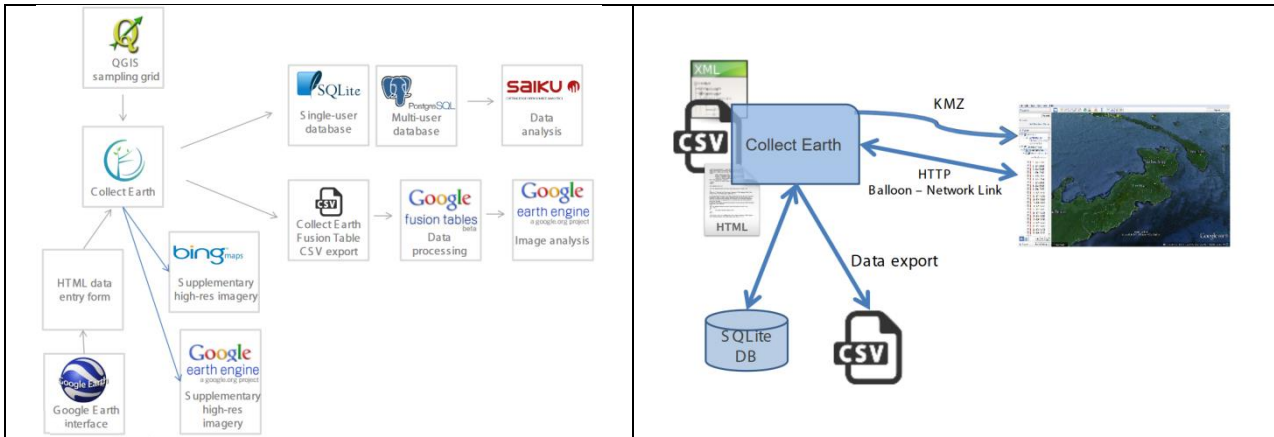
2. Materyal ve Yöntem

Türkiye'nin de içinde yer aldığı Ortadoğu Bölgesi (Türkiye, Irak, Suriye, Ürdün, İsrail, Filistin, Suudi Arabistan, Birleşik Arap Emirlikleri, Yemen, Umman, Lübnan, Bahreyn, Kuveyt, Katar) çalışma alanı (4362429.00 km²) olarak seçilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2: Çalışma alanı

Çalışma kapsamında FAO tarafından yürütülen “Küresel Ormancılık Envanteri ve Kurak Alanların Değerlendirilmesi Projesi” kapsamında kullanılan Collect Earth yazılımından yararlanılarak oluşturulan veri seti üzerinden Sand (kum) ve Dune (kumul, çöl kumu, kum tepesi) sınıflarına ilişkin veriler CBS ortamına aktararak toz kaynakları risk haritalaması için kullanılmışlardır. FAO projesi kapsamında kullanılan Collect Earth yöntemi Java teknolojisi üzerine kurulu, uzaktan algılama ve CBS yazılımlarının entegrasyonu olan çok amaçlı arazi izleme ve değerlendirme yazılımıdır. Kullanım alanları, ulusal ormancılık envanterini desteklemek, arazi örtü/kullanım sınıfları (LULUCF) değerlendirmeleri, tarımsal ve kentsel alanların izlenmesi ve değerlendirilmesi, sosyo-ekonomik verilerin toplanması, arazi bozunumu ve iyileştirme alanlarının tespitine yöneliktir. Yüksek çözünürlüklü uydu görüntü verileri (Google Earth, Bing Maps, Yandex vb.) ile genel olarak orta çözünürlüklü uydu görüntü veri setlerinden (Google Earth Engine aracılığı ile Landsat 7 ve 8, Modis, Sentinel vb. uydu görüntü verilerinden) elde edilen grafik ve sınıflandırma sonuçlarını kullanmaktadır (Open Foris 2016, Bastin vd. 2017). Elde edilen tüm verilerin analizleri SAIKU yazılımıyla gerçekleştirilir (Şekil 3).



Şekil 3: Open Foris Collect Earth

Proje kapsamında Collect Earth yöntemi kullanılarak 4362429.00 km² alan sahip Ortadoğu bölgesi 0.5 ha büyüklüğündeki 15000 adet nokta ile analistlerce değerlendirilerek arazi örtüsü/kullanım sınıflandırması, yeşillenme/çölleşme (iyileşme/arazi bozunumu) alanlarına ilişkin bir veri tabanı oluşturulmuştur. Bu veri seti içerisinde arazi sınıfı olarak ‘kum’ ve ‘kumul’ olarak adlandırılan her iki sınıfta toz kaynaklarına ilişkin verilerdir. Çalışmaya esas olan ‘kum’ ve ‘kumul’ sınıfları noktasal veri kümesi olarak CBS’ye aktarılmıştır. Nokta veri kümesinden sonra modelleme yönündeki bir sonraki adım nokta yoğunluk tahminidir. Nokta yoğunluğuna ilişkin bir model oluşturmak için parametrik ya da parametrik olmayan bir tanımlama gerekmektedir. Genellikle uygulanan nokta yoğunluk noktasal verilerin alansal olarak ifadesinin karşılığıdır. Her bir hücrenin etrafındaki komşularını baz alarak birim alan başına büyüklüğü hesaplanarak yapılan bir hesaplama (Xu et al 2003). Yöntem olarak ‘kum’ ve ‘kumul’ sınıfları standart sapmaya göre üç seviyede ayrı ayrı olarak sınıflandırılmıştır. Toz kaynakları açısından, çöl alanları kumullardan oluştuğu için risk seviyesi bakımından kum sınıflarına göre en yüksek kabul edilmiştir. Kuma ait en yüksek risk sınıfı içerisinde oldukça fazla kumul sınıfı yer alması nedeniyle Kuma ait sınıfının en yüksek risk sınıfı (Km_1) ile Kumula ait en düşük risk sınıfı (Kml_3) birleştirilerek toz kaynak bölgelerinin üçüncü derece risk sınıfı oluşturulmuştur. Yapılan derecelendirme ve sınıflandırma ile toplam toz kaynak bölgeleri beş risk sınıfı olacak şekilde oluşturulmuştur. (Tablo 1).

Tablo 1: Toz kaynakları bölgeleri

‘Kumul’ sınıfları	‘Kum’ sınıfları	Toz kaynak Bölgeleri
Kml_1	Km_1	Kml_1 (1.Derece toz kaynak bölgeleri)
Kml_2	Km_2	Kml_2 (2.Derece toz kaynak bölgeleri)
Kml_3	Km_3	Kml_3+Km_1 (3.Derece toz kaynak bölgeleri)
		Km_2 (4.Derece toz kaynak bölgeleri)
		Km_3 (5.Derece toz kaynak bölgeleri)

Çalışmada kullanılan diğer bir veri Avrupa Uzay Ajansı (ESA) Global Land Cover Map 2009 dünya raporu arazi kullanım sınıfları haritasıdır. Avrupa Uzay Ajansı arazi kullanım sınıfları içerisinde arazi kullanım sınıfları kodlar ile belirtilmiştir (Bontemps vd. 2009). Yapılan çalışmada tarım alanlarına ilişkin veriler ilgili raporun tarım alanları sınıfını oluşturan, ‘11’ (taşkın sonrası veya sulanan tarım alanları), ‘14’ (yağmur ile sulanan tarım arazileri, kuru tarım), ‘20’ (%50-70 oranında mozaik tarım alanlarının, %20-50 oranında diğer vejetasyon (mera, çalılık, ormanlık) alanları) ve ‘30’ (%50-70 oranında diğer vejetasyon (mera, çalılık, ormanlık) kodlu alanlardan oluşmaktadır (Şekil 4). Ayrıca su alanlarına ilişkin bilgi de, aynı Avrupa Uzay Ajansı raporunun ‘210’ kodlu su varlığı alanları verisinden temin edilmiştir.

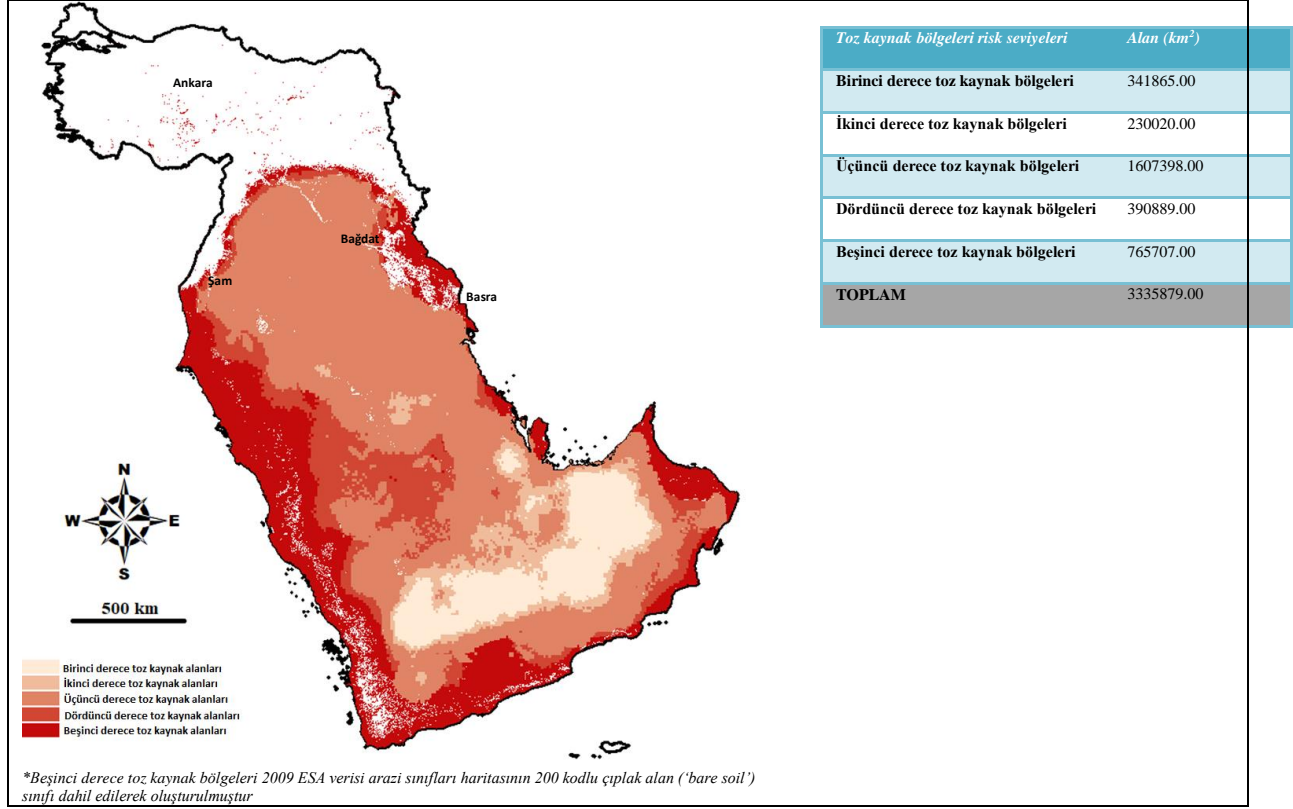


Value	GlobCover global legend
11	Post-flooding or irrigated croplands
14	Rainfed croplands
20	Mosaic Cropland (50-70%) / Vegetation (grassland, shrubland, forest) (20-50%)
30	Mosaic Vegetation (grassland, shrubland, forest) (50-70%) / Cropland (20-50%)
40	Closed to open (>15%) broadleaved evergreen and/or semi-deciduous forest (>5m)
50	Closed (>40%) broadleaved deciduous forest (>5m)
60	Open (15-40%) broadleaved deciduous forest (>5m)
70	Closed (>40%) needleleaved evergreen forest (>5m)
90	Open (15-40%) needleleaved deciduous or evergreen forest (>5m)
100	Closed to open (>15%) mixed broadleaved and needleleaved forest (>5m)
110	Mosaic Forest/Shrubland (50-70%) / Grassland (20-50%)
120	Mosaic Grassland (50-70%) / Forest/Shrubland (20-50%)
130	Closed to open (>15%) shrubland (<5m)
140	Closed to open (>15%) grassland
150	Sparse (>15%) vegetation (woody vegetation, shrubs, grassland)
160	Closed (>40%) broadleaved forest regularly flooded - Fresh water
170	Closed (>40%) broadleaved semi-deciduous and/or evergreen forest regularly flooded - Saline water
180	Closed to open (>15%) vegetation (grassland, shrubland, woody vegetation) on regularly flooded or waterlogged soil - Fresh, brackish or saline water
190	Artificial surfaces and associated areas (urban areas >50%)
200	Bare areas
210	Water bodies
220	Permanent snow and ice

Şekil 4: Avrupa Uzay Ajansı (ESA) 2009 dünya raporu Ortadoğu arazi kullanım sınıfları

3. Bulgular ve Tartışma

Collect Earth metodolojisi kullanarak, Ortadoğu için gerçekleştirilen toz kaynak bölgeleri nokta yoğunluklarına göre beş önem derecesi seviyesinde sınıflandırılmıştır. Birinci derece toz kaynak bölgeleri toz taşınımı açısından risk seviyesi en yüksek, beşinci derece toz kaynak bölgeleri ise risk seviyesi açısından en düşük bölgeleri göstermektedir. Ortadoğu bölgesinde en büyük alan 1607398.00 km² ile üçüncü derece toz kaynakları bölgeleridir. Bu alanı 765707.00 km² ile beşinci derece toz kaynakları bölgeleri takip etmektedir (Şekil 5).



Şekil 5: Ortadoğu toz kaynakları bölgeleri

Sınıflandırılan toz kaynaklarının ülkeler bazında alansal büyüklükleri incelendiğinde (Tablo 2), beş sınıfın içerisinde Suudi Arabistan her risk sınıfında en büyük toz kaynakları bölgelerine sahiptir. Suriye ve Irak'ın ise birinci ve ikinci derece toz kaynak bölgeleri hariç, diğer tüm toz kaynak bölgelerini içerdikleri görülmektedir. Irak'ın ülke topraklarının yaklaşık %82'si toz kaynak bölgeleri ile kaplıdır. Üçüncü derece toz kaynak bölgeleri Irak'ın %64'ünü (283185 km²), dördüncü derece toz kaynak bölgeleri %2.7'sini (12160.00 km²) ve beşinci derece toz kaynakları bölgeleri ise %15'ini (68831 km²) kaplamaktadır. Suriye'nin ülke topraklarının yaklaşık %74.4'ü toz kaynağı bölgeleri ile kaplıdır. Suriye'nin %53.7'sini (101151.00 km²) üçüncü derece toz kaynakları bölgeleri, %9.8'ini (18564 km²) dördüncü derece toz kaynakları bölgeleri, %8.9'unu (16828 km²) beşinci derece toz kaynakları bölgeleri oluşturmaktadır (Tablo 2).

Çalışma sonucunda tüm Ortadoğu için beş risk sınıfından oluşan toplam 3335879.00 km² büyüklüğünde toz kaynak alanı tespit edilmiştir. Beşinci derece toz kaynak bölgelerine 2009 ESA verisi arazi sınıfları haritasının 200 kodlu çıplak alan (bare soil) sınıfı dahil edilmiştir. Gerçekleştirilen bu çalışmada, kum ve kumul alanlarını da kapsayan bu sınıf aynı zamanda kayalık alanları da içermektedir. Tespit edilen toplam toz kaynakları bölgeleri 4147412.11 km² büyüklüğündeki Ortadoğu'nun %80.43'üne karşılık gelmektedir. 2009 ESA verisine göre Ortadoğu ülkeleri için yüzeysel su kaynakları 19767 km² olup tüm alanın yaklaşık %0.48'ine karşılık gelmektedir. Bu oran oldukça düşük bir orandır. Fırat ve Dicle nehirlerinin bulunması nedeniyle çalışmanın odak noktası olan iki ülkeden, Irak'ın yüzeysel su kaynakları toplamı 5435 km², Suriye'nin 1303 km²'dir. Ortadoğu ülkeleri su varlıklarının toz kaynak bölgelerine göre dağılımları incelendiğinde, Irak'ın 3872.9 km²'lik yüzeysel su varlığı alanı üçüncü derece toz kaynakları bölgeleri içerisinde yer almaktadır. Aynı bölge içinde Suriye'nin sadece 74.4 km²'lik su varlığı bulunmaktadır. Dördüncü derece toz kaynak bölgeleri içerisinde Irak'ın 109.6 km²'lik, Suriye'nin ise 356.8 km²'lik, beşinci derece toz kaynak bölgeleri içerisinde Irak'ın 247.8 km²'lik, Suriye'nin ise 338.0 km²'lik su varlığı bulunmaktadır (Tablo 3).

Tablo 2: Ülkelere göre toz kaynakları bölgeleri

Toz kaynak bölgeleri risk seviyeleri	Ülkeler	Alan (km²)	Toz kaynak bölgeleri risk seviyeleri	Ülkeler	Alan (km²)
Birinci derece toz kaynak bölgeleri	Umman	22673.00	Birinci derece toz kaynak bölgeleri	Irak	12160.00 (%2.7)*
	Suudi Arabistan	254000.00		İsrail	1214.00
	Birleşik Arap Emirlikleri	34931.00		Ürdün	9915.00
	Yemen	30261.00		Kuveyt	488.00
Birinci derece toz kaynak bölgeleri	Umman	24655.00		Lübnan	32.00
	Suudi Arabistan	164947.00		Umman	44403.00
	Birleşik Arap Emirlikleri	15510.00		Filistin	430.00
	Yemen	24908.00		Katar	1.00
Birinci derece toz kaynak bölgeleri	Bahreyn	483.00		Suudi Arabistan	280990.00
	Irak	283185.00 (%63.6)*		Suriye	18564.00 (%9.8)*
	İsrail	1295.00	Yemen	22691.00	
	Ürdün	65419.00	Bahreyn	51.00	
	Kuveyt	15950.00	Irak	68831.00 (%15.0)*	
	Umman	145111.00	İsrail	10016.00	
	Filistin	46.00	Ürdün	11347.00	
	Katar	1886.00	Kuveyt	27.00	
	Suudi Arabistan	832815.00	Lübnan	915.00	
	Suriye	101151.00 (%53.7)*	Umman	78507.00	
	Birleşik Arap Emirlikleri	22787.00	Filistin	1638.00	
	Yemen	137271.00	Katar	9487.00	
* Ülke toplam alanına göre (%)oranlarını gösterir.			Suudi Arabistan	359153.00	
			Suriye	16828.00 (%8.9)*	
			Türkiye	6443.00	
			Birleşik Arap Emirlikleri	6074.00	
			Yemen	196390.00	
			TOPLAM		3335879.00

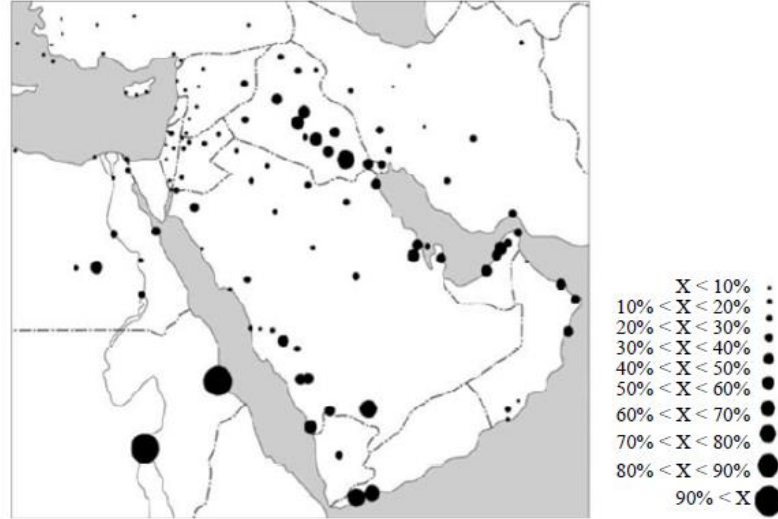
* Ülke toplam alanına göre (%)oranlarını gösterir.

Tablo 3: Ülkelerin toz kaynak bölgeleri risk seviyelerine göre yüzeysel su varlıkları

Toz kaynak bölgeleri risk seviyeleri	Ülkeler	Su varlığı Alanları (km ²)
İkinci derece toz kaynak bölgeleri	Suudi Arabistan	0.5
	Birleşik Arap Emirlikleri	0.1
Üçüncü derece toz kaynak bölgeleri	Bahreyn	0.5
	Irak	3872.9 (%71.3)*
	İsrail	136.0
	Ürdün	127.9
	Kuveyt	2.5
	Suudi Arabistan	9.5
	Suriye	78.4 (% 5.7)*
	Birleşik Arap Emirlikleri	56.1
Dördüncü derece toz kaynak bölgeleri	Yemen	4.7
	Irak	109.6 (%2)*
	İsrail	129.7
	Ürdün	351.7
	Filistin	197.9
	Suudi Arabistan	1.7
Beşinci derece toz kaynak bölgeleri	Suriye	356.8 (%27.4)*
	Irak	247.8 (%4.6)*
	İsrail	0.2
	Ürdün	2.0
	Umman	1.5
	Filistin	1.7
	Katar	0.1
	Suudi Arabistan	10.4
	Suriye	338.0 (%25.9)*
	Türkiye	11.1
	Birleşik Arap Emirlikleri	0.3
	Yemen	0.5
* Ülke toplam su varlıklarına göre (%)oranlarını gösterir		

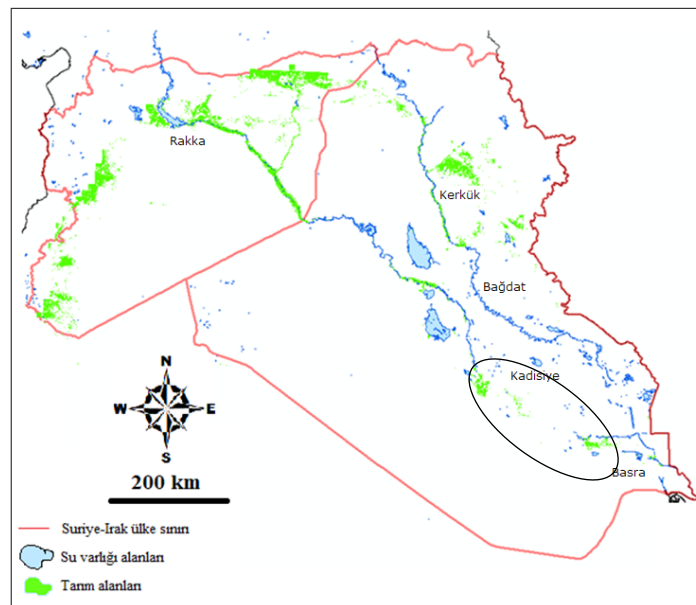
Irak ve Suriye su varlığı kaynakları bakımından değerlendirildiğinde, Irak'ın 5434,00 km²'lik su varlığı alanının %71.3'lük bir kısmı (3872,9 km²) üçüncü derece toz kaynak bölgelerinde, Suriye'nin ise % 5.7' si üçüncü, %27.4'ü dördüncü ve %25.9'u beşinci derece toz kaynak bölgelerinde yer almaktadır. Toz kaynaklarının oluşturduğu tehdit sadece su varlığına değil, buna bağlı olarak vejetasyon ve tarım alanlarına yöneliktir. Suyun kullanımıyla birlikte, özellikle tarım alanlarına yönelik vejetasyon örtüsünün sürdürülebilirliği sağlanabilecek, toz kaynak bölgeleri nedeniyle oluşan kum ve toz fırtınalarının yol açtığı arazi bozulmasının azaltılabilecek ve toprakta organik maddesinin sürdürülebilirliği sağlanabilecektir. Her iki ülkenin mevcut su kaynaklarının çoğunun Fırat ve Dicle ile beslendiği düşünüldüğünde, arazi kullanımının sürdürülebilirliği açısından bölgedeki toz kaynak bölgeleri kaynaklı tehdit yönelik suyun kullanımı oldukça önem taşımaktadır. Ayrıca KTF'nin yoğun olduğu zamanlardaki görünürlük analizleri incelendiğinde, yapılan çalışmaya göre özellikle Irak merkezli üçüncü derece toz kaynak bölgelerinde ve Bağdat-Basra arası toz kaynak bölgeleri içerisinde

yer almayan, yoğun tarım alanları ve bataklıkların olduğu bölgede, toz taşınımı kaynaklı ciddi bir görünürlük azalması yaşanmaktadır. Bu durum bölgedeki KTF'nin yoğunluğunu göstermektedir (Şekil 6). Bu veri yapılan çalışma ile tespit edilen Irak ülke yüzölçümünün %64'ü üçüncü derece toz kaynak bölgelerinde yer aldığı bilgisini doğrulamaktadır. Çünkü özellikle Irak'da KTF nedeniyle %50'den fazla oranla görünürlük azalması çalışma ile tespit edilen Irak'ın 283185 km²'lik üçüncü derece toz kaynak bölgelerinde gerçekleşmektedir (Şekil 5).



Şekil 6: KTF etkisi nedeniyle görünürlük azalması (%) mekânsal dağılımı (Akbari 2011; UNESCO-Iraq 2013)

Küresel Arazi Örtüsü Haritası (Global Land Cover Map) verilerine göre (ESA 2009) Ortadoğu bölgesindeki tarım alanlarının toplamı 594699.00 km²'dir. Bu tarım alanlarının 459482.00 km²'si Türkiye'de, 48680 km²'si Irak'ta ve 41975 km²'si Suriye'de yer almaktadır. FAO'nun 2012 raporuna göre de 1997 yılı itibarıyla Irak'ta toplam sulanan alanın yaklaşık 34000 km²'lik bölümü başta Fırat ve Dicle olmak üzere yüzeysel sularla sulanmaktadır ve aynı rapora göre sulanan alanlar artırılmıştır. Sissakian vd. (2013) çalışmasında, Ortadoğu toz kaynak bölgelerinden en çok etkilenen ülkelerin Irak ve Suriye olduğu belirtilmiştir. Gerçekleştirilen çalışma ile Küresel Arazi Örtüsü Haritası (ESA 2009) GIS ortamında karşılaştırıldığında toz kaynaklarından etkilenen tarım alanlarının toplam tarım alanlarına oranları, Suriye'de %25.90 (10873.00 km²), Irak'ta ise %10.50 (5110.00 km²) olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, Fırat ve Dicle nehirleri kenarında yer alan sulanabilir tarım alanlarının ise büyük bir çoğunluğunun üçüncü derece toz kaynakları bölgesinde yer aldığı görülmektedir (Şekil 7). Bu durum yapılan çalışma ile özellikle Suriye ve Irak'da üçüncü derece toz kaynakları bölgesi içerisinde yer alan tarım alanlarını en fazla etkileyebileceğidir. Literatürde belirtilen öncelikli tedbirin bu alanlar için alınması gereklidir.

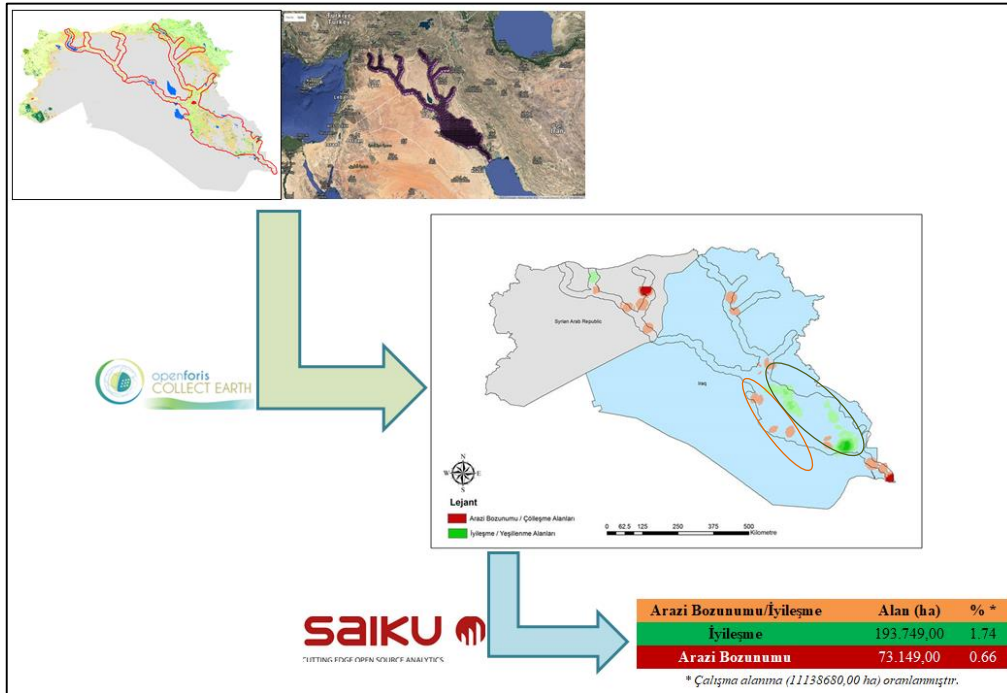


Şekil 7: Suriye-Irak ülkeleri, üçüncü derece toz kaynakları bölgesi içerisinde yer alan tarım alanları

Fırat ve Dicle ırmaklarının birleştiği Bağdat-Basra körfezine kadar olan bölge toz kaynakları bölgesi içerisinde yer almamaktadır (Şekil 5). Fakat Bontemps vd. (2009) çalışmasına göre bu bölgede sulak ve bataklık alanlar bulunmakta ve bazı bölgelerde yoğun tarım alanlarının yapıldığı belirtilmektedir. Bölge, toz kaynak bölgelerine yakın olması, yaşanan kum ve toz fırtınalarına maruz kalma etki derecesinin yüksek olması nedeniyle ciddi tehdit altındadır. Ayrıca Al-Ansari vd. (2012), yaptıkları çalışmada Mezopotamya havzasının Bağdat-Basra arası bölgenin alt kısmında yer alan bataklıkların tahrip edildiğini ve tarım alanlarına açıldığını belirtmişlerdir. Yapılan çalışma ile bataklık bölgesinin Güneydoğusu üçüncü derece, kuzeydoğusu ise dördüncü ve besinci derece toz kaynak bölgeleri ile çevrelediği görülmektedir (Şekil 5). Bataklık alanlara yönelik yanlış arazi kullanımları toz kaynaklarının bölgede arttıracağı gibi, aynı literatürde 2003 yılında başlayan rehabilitasyon çalışmalarının da önündeki en büyük engel konumundadır.

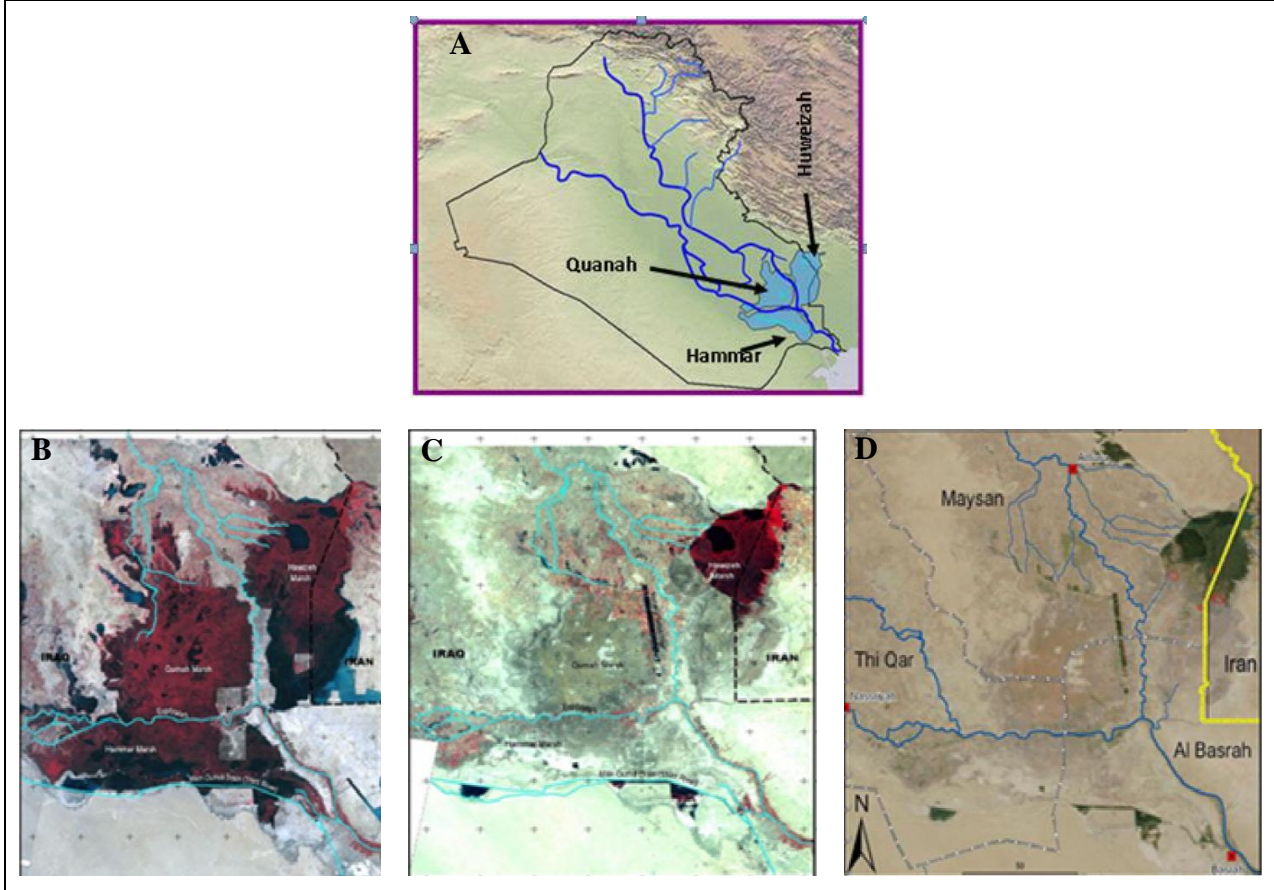
Türkiye açısından özellikle sınırımıza yakın Suriye ve Irak toz kaynak bölgelerinin yakınlığı düşünüldüğünde ciddi tehdit altında olduğu görülmektedir. Yapılan çalışma ile Irak ülke topraklarının %82'si, Suriye ülke topraklarının %74,4'ünün toz kaynak bölgeleri ile kaplı olduğu düşünüldüğünde, literatürde belirtilen toplam 20 milyon ton toz taşınımının artmış olabileceği ya da artacağı öngörülmelidir. Bu bağlamda bölgede görülen olumsuzlukların Türkiye'de görülme olasılığını yakın zamanda artacağı düşünülerek, gerekli tedbirlerin alınmasına yönelik çalışmalara hız verilmesi yararlı olacaktır. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü bünyesinde (2016) gerçekleştirilen çalıştay sonuçlarına göre, KTF'nin olumsuzluklarına yönelik bölge ülkeleri ile işbirliği yapılarak alınabilecek önlemler konusunda çalışmaların yürütülmesi gereklidir. Yapılan çalışmanın ışığında bölgedeki tüm toz kaynak bölgelerinin zamansal takibi yanısıra meteorolojik veriler ile desteklenerek çalışmaların yürütülmesi önemlidir.

T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü (ÇEM) 2017'de gerçekleştirilen çalışma bünyesinde, çölleşme/yeşillenme (arazi bozunumu/iyileşme) eğilim alanlarının tespiti için, Suriye ve Irak ülke sınırları içerisinde Fırat ve Dicle nehirleri etkisi altındaki 111386.8 km²'lik tampon bölgede (her iki nehir orta çizgisine göre sağ-sol olarak her iki yönde 10 km genişliğinde), Collect Earth metodolojisi kullanılarak 0.5 ha büyüklüğünde 8152 nokta yardımıyla bir çalışma gerçekleştirilmiştir (ÇEM 2017). Başta tarım alanları olmak üzere vejetasyon alanlarının izlenmesi ve değerlendirilmesi amacıyla gerçekleştirilen bu çalışma sonucunda, 2001-2016 yılları arasında 193749 ha yeşillenme/iyileşme ve 73149 ha çölleşme/arazi bozunumu alanı tespit edilmiştir (Şekil 8). Gerçekleştirilen çalışmada tespit edilen toz kaynak bölgeleri içerisinde yer alan tarım alanları (Şekil 7) ile Orman ve Su İşleri Bakanlığı'nın gerçekleştirdiği arazi bozunumu/iyileşme alanları proje çıktıları eşleştirildiğinde, yeşillenme/iyileşme görülen alanların toz kaynak bölgeleri içerisinde yer almadığı tespit edilmiştir. Fakat yeşillenme/iyileşme görülen alanların (Şekil 8'deki yeşil elips içerisindeki bölge) tarım alanları artışına yönelik bir iyileşmedir. Bu durum ise literatürdeki bataklık alanların tarım alanlarına çevrildiği yönündeki bilgiyi desteklemektedir. Literatürde belirtilen bataklık alanlarının tarım alanlarına dönüştürülmesi, bu alanlardaki insani ve mekanik faaliyetlerden kaynaklı toz kaynaklarının artmasına neden olacak ortamı doğurmaktadır.



Şekil 8: Fırat Dicle nehir havzası arazi değişiminin izlenmesi projesi (ÇEM 2017)

Benzer olarak çölleşme/arazi bozunumu görülen alanların ise belirlenen toz kaynak bölgeleri içerisinde yer aldığı gözlenmektedir. Ayrıca yapılan çalışma ile üçüncü derece toz kaynak bölgeleri içerisinde ya da sınırında yer alan Bağdat-Basra arası bölgenin Güneydoğu kısmı Orman ve Su işleri Bakanlığı'nın gerçekleştirdiği projede çölleşme/arazi bozunumunun görüldüğü alanlar içerisinde yer almaktadır (Şekil 8'deki kahverengi elips içerisindeki bölge). Yapılan çalışmada da belirtilen bölge üçüncü derece toz kaynak alanlarına sınır bir bölgedir ve aynı zamanda üçüncü derece toz kaynakları bölgesi içerisinde yer alan tarım alanları yer almaktadır (Şekil 7'deki siyah elips içerisindeki bölge). Bu bölge Al-Ansari vd. (2011)'de yaptığı çalışmalarda da Irak'ın en önemli üç bataklık bölgesi olan Hammar bataklığı ve civarıdır. Üç bataklığın zamansal değişimi incelendiğinde de en fazla zarar gören bataklık alanıdır (Şekil 9). ESA verilerine göre bölgede tarım yapıldığı görülmüş, yapılan çalışma ile özellikle Hammar bataklığı ve civarında yapılan bu tarımın üçüncü derece toz kaynakları içerisinde olduğu tespit edilmiştir. Orman ve Su işleri Bakanlığı'nın gerçekleştirdiği proje yardımı ile bölgede bir çölleşme, arazi tahribi olduğu kanıtlanmıştır. Bu durum bataklık alanlarda yapılan tarım faaliyetlerinin nasıl toz kaynak alanına dönüştüğünü, arazinin tahrip edildiğinin bir kanıtıdır.



Şekil 9: Irak'ın önemli bataklık alanları (A); 1985 yılı uydu görüntüsü (B); 2000 yılı uydu görüntüsü (C); 2002 yılı uydu görüntüsü (D)

4. Sonuçlar

Yapılan çalışma sonucunda;

- Tüm Ortadoğu'nun (4147412.11km²), %80.43'ü kum ve çöl kumulu arazi sınıflarından oluşan toz kaynaklarından oluşmaktadır. Bu durum özellikle Ortadoğu ve komşu diğer tüm ülkeleri kum ve toz fırtınalarının doğuracağı olumsuz etkileri ile tehdit etmektedir. Özellikle Fırat ve Dicle etkisi altındaki tarım alanları içinde suyun kullanımı, kum ve toz fırtınalarının yol açtığı arazi bozulmasının azaltılması ve toprakta organik madde varlığının devamını sağlayarak arazi kullanımının sürdürülebilirliği konusunda oldukça önemlidir.
- Irak'ın toplam yüzeyel su varlığı alanının %71.3'lük bir kısmı, Suriye'nin %5.7'lik kısmı üçüncü derece toz kaynakları, % 27.4 ve % 25.9 oranında dördüncü ve beşinci derece toz kaynak bölgelerinde yer almaktadır. İki ülke sınırları içerisindeki toz kaynak bölgelerinin varlığı Fırat ve Dicle Nehirleri su varlığı ve kullanımına bağlı olarak, vejetasyon temelli arazi kullanım sınıfları ciddi oranda tehdit etmektedir. Irak ve Suriye'nin jeomorfolojik yapısı ve iklim koşulları düşünüldüğünde, tarım alanlarındaki verim kaybına neden olan en önemli faktörlerden birinin KTF'ler olduğu söylenebilir.

- Suriye'nin mevcut tarım alanlarının %25.90'ı, Irak'ın %10.50'lik alanı üçüncü, dördüncü ve beşinci derece riskli toz kaynak bölgeleri içerisinde yer almaktadır. Yapılan çalışmalar ışığında da, Fırat ve Dicle merkezli sulanabilir tarım arazilerinin varlığı ve gıda teminine yönelik katkısının oldukça fazla olduğu bilinmektedir. Yapılan çalışma aile, Irak ve Suriye sınırları içerisinde gerek Fırat ve Dicle merkezli sulanabilir tarım arazilerinin üçüncü derece toz kaynak bölgelerinde bulunmaları, gerekse toz kaynakları risk sınıflarının dışında yer alan tarım alanlarının toz kaynak bölgelerine sınır olmaları nedeniyle tehdit altındadırlar. Bu nedenle bu bölgelerde yapılacak bilhassa tarıma yönelik uygulamalarda hassas olunması gerekmektedir.
- T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü'nün gerçekleştirdiği proje esas alındığında, arazi bozunumu/çölleşme görülen alanların toz kaynakları içerisinde yer aldığı gözlenmektedir. Yeşillenme alanlarının ise toz kaynakları içerisinde yer alması da, mevcut toz kaynak bölgelerine yakınlığı ve mevcut alanlardaki yanlış uygulamalar neticesinde risk altında olduğu gözlenmektedir.
- Küresel iklim değişiminin neticesinde özellikle Afrika ve Ortadoğu merkezli KFT'nin Türkiye'yi giderek artan olumsuz etkilere maruz bırakacağı bir gerçektir. Türkiye'nin başta Suriye ve Irak'a sınır olması ve bu nedenle toz kaynaklarına olan yakınlığı düşünüldüğünde bir takım önlemlerin alınması zorunluluğu vardır. Ortadoğu toz kaynaklarının Türkiye'ye yakın olması ve bilhassa Güneydoğu bölgeleri başta olmak üzere diğer alanlardaki olumsuz etkileri nedeniyle toz kaynak bölgelerindeki durumunun izlenmesi ve meteorolojik verilerle birlikte diğer ülkeler ile işbirliği ile planlamalar ve politikalar üretmeleri gerekmektedir.

Teşekkür

Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü nezdinde, 2015 yılı Antalya'da Ortadoğu bölgesi kurak ve yarı kurak alan yönetimi çalışmasını gerçekleştiren 20 operatöre, FAO Orta Asya Alt Bölge Ofisi Uzmanı Çağlar Başsüllü'ye ve FAO proje ekibinde teknik takım lideri Danilo Mollicone'ye teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Akbari S., (2011), *Dust storms, sources in the Middle East and economic model for survey it's impacts*, Australian. Journal of Basic and Applied Sciences, 5, 227-233.
- Al-Ansari N.A., Knutsson S., Ali A., (2012) *Restoring the Garden of Eden, Iraq*, Journal of Earth Science and Geotechnical Engineering, 2, 53-88.
- Alpert P., Kaufman Y.J., Shay-El Y., Tanre D., Silva A.D., Schubert S., Joseph J.H., (1998), *Quantification of dust-forced heating of the lower troposphere*, Nature, 395, 367-370.
- Bağcı H.R., Şengün M.T., (2012), *Çöl Tozlarının Beşeri Çevre ve Bitkiler Üzerinde Etkileri*, Marmara Coğrafya Dergisi Sayı: 24, Temmuz - 2012, İstanbul - ISSN:1303-2429, s. 409 - 433.
- Bastin J.F., Berrahmouni N., Grainger A., Maniatis D., Mollicone D., Moore R., Patriarca C., Picard N., Sparrow B., Abraham E.M., Aloui K., Ateşoğlu A., Attore F., Başsüllü Ç., Bey A., Garzuglia M., Garcia M.L.G., Groot N., Guerin G., Leastadius L., Lowe A., Momane B., Marchi G., Patterson P., Rezende M., Ricci S., Salcedo I., Diaz P., Alfonso S., Stolle F., Surappaeva V., Castrı R., (2017), *The extent of forest in dryland biomes*, Science, 356(6338), 635-638.
- Bennett C.M., McKendry I.G., Kelly S., Denike K., Koch T., (2006), *Impact of the 1998 Gobi dust event on hospital admissions in the Lower Fraser Valley, British Columbia*, Science of the Total Environment, 366, 918-925.
- Bontemps S., Defourny P., Bogaert E.V., Arino O., Kalogirou V., Perez J.R., (2009), *Products Description and Validation Report*, http://due.esrin.esa.int/files/GLOBCOVER2009_Validation_Report_2.2.pdf, [Erişim 25 Eylül 2017].
- ÇEM, (2017), *Fırat-Dicle Nehir Havzası Arazi Değişiminin İzlenmesi Projesi*, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Ankara, 31s.
- ÇSGB, (2016), *Tarım İşletmelerinde Tozla Mücadele Rehberi*, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Bakanlık Yayın No: 59, ISBN: 978-975-455-263-8, Ankara, 56 s.
- Dursun A., (2006), *Sınır Aşan Sular Fırat ve Dicle Nehirlerinin, Türkiye, Suriye ve Irak İlişkileri Üzerine Etkileri*, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, Türkiye.
- ESA, (2009), *GlobCover Land Cover Maps*, http://due.esrin.esa.int/page_globcover.php, [Erişim 27 Mart 2018].
- FAO, (2012), *Iraq Agriculture sector note* (Senior Economist, Investment Centre Division; Paolo Lucani, Ed.; Senior Agriculture Economist: Maurice Saade, Ed.), Middle East and North Africa, The World Bank, 75 ss. <http://www.fao.org/docrep/017/i2877e/i2877e.pdf>, [Erişim 23 Şubat 2018].
- Fryrear D.W., (1981), *Long-term effect of erosion and cropping on soil productivity*, Geological Society of America, 186, 253-259.
- Ganor E., Osetinsky I., Stupp A., Alpert P., (2010), *Increasing trend of African dust, over 49 years, in the eastern Mediterranean*, Journal of Geophysical Research, 115(D7), D07201, doi: 10.1029/2009JD012500.
- Gemma S., Terradellas E., Baklanov A., Kang U., Sprigg W., Nickovic S., Boloorani A.D., Al-Dousari A.B.S., Benedetti A., Sealy A., Tong D., Zhang X., Shumake-Guillemot J., Zhang K., Knippertz P., Mohammed A.A.A., Al-Dabbas M., Cheng L., Otani S., Wang F., Zhang C., Ryoo S.B., Joowan, C., (2016), *Global assessment of Sand and dust storms*, Published by the United Nations Environment Programme (UNEP) Nairobi, Kenya, 139 ss.
- Ghasem A., Shamsipour A., Miri M., Safarrad T., (2012), *Synoptic and remote sensing analysis of dust events in southwestern Iran*, Natural Hazards, 64, 1625-1638.
- Goudie A.S., Middleton N.J., (1992), *The changing frequency of dust storms through time*. Climatic Change, 20, 197-225.

- Griffin D.W., Kellogg C.A., Garrison V.H., Shinn E.A., (2002), *The global transport of dust- an intercontinental river of dust, microorganism and toxic chemicals flows thorough the earth's atmosphere*. American Scientist. 90 (3), 228-235.
- Hsu N.C., Gautam R., Sayer A.M., Bettenhausen C., Li C., Jeong M.J., Tsay S.C., Holben B.N., (2012), *Global and regional trends of aerosol optical depth over land and ocean using SeaWiFS measurements from 1997 to 2010*. Atmos. Chem. Phys., 12, 8037–8053.
- Jish Prakash P., Stenchikov G., Kalenderski S., Osipov S., Bangalath H., (2015), *The impact of dust storms on the Arabian Peninsula and the Red Sea*, Atmospheric Chemistry Physics, 15, 199–222.
- Krasnov H., Katra I., Friger M., (2016), *Increase in dust storm related PM 10 concentrations: A time series analysis of 2001–2015*. Environmental Pollution, 213, 36–42.
- Maleki T., Sahraie M., Sasani F., Shahmoradi M., (2017), *Impact of Dust Storm on Agricultural Production in Iran*, International Journal of Agricultural Science, Research and Technology in Extension and Education Systems (IJASRT in EESs), 7(1):19-26.
- Middleton N.J., (2001), *Dust storms in the Middle East*, Journal Arid Environments, 1986, 10: 83-96.
- Middleton N.J., (2017) *Desert dust hazards: A global review*. Aeolian Research, 24, 53–63.
- Mulitza S., Heslop D., Pittauerova D., Fischer H.W., Meyer I., Stuut J.B., Zabel M., Mollenhauer G., Collins J.A., Kuhnert H., Schulz M., (2010). *Increase in African dust flux at the onset of commercial agriculture in the Sahel*. Nature, 466, 226–228.
- Notaro M., Yu Y., Kalashnikova O.V., (2015), *Regime shift in Arabian dust activity, triggered by persistent Fertile Crescent drought*. J. Geophys. Res. Atmos., 120, 10229–10249.
- Open Foris, (2015) Free Open-Source Solutions for Environmental Monitoring, <http://www.openforis.org/> [Erişim 11 Temmuz 2017].
- Özdemir Y., Öziş Ü., Baran T., Fıstıkoğlu O., Demirci N., (2008) *Sınır-Aşan Fırat Dicle Havzasının Su Potansiyeli ve Yararlanılması*, TMMOB Su Politikaları Kongresi, Ankara, Turkey, ss. 506-516.
- Shao Y., Wyrwoll K.H., Chappell A., Huang J., Lin Z., McTainsh G.H., Yoon S., (2011), *Dust cycle: an emerging core theme in Earth system science*. Aeolian Research, 2, 181–204.
- Sissakian V.K., Al-Ansari N., Knutsson S., (2013), *Sand and dust storm events in Iraq*, Natural Science, 5(10), 1084-1094.
- Sivakumar M.V.K., (2005), *Impacts of Sand storms/dust storms on agriculture*, Natural disasters and Extreme Events in Agriculture: Impacts and Mitigation (Mannava V.K., Sivakumar R.P., Motha H.P.D. Ed.) Springer-Verlag Berlin Heidelberg Press, Netherland, ss.159-177.
- Stefanski R., Sivakumar M.V.K., (2009), *Impacts of sand and dust storms on agriculture and potential agricultural applications of a SDSWS*, 2009 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 7 012016, DOI: 10.1088/1755-1307/7/1/012016, <http://iopscience.iop.org/1755-1315/7/1/012016>, [Erişim 02 Mart 2018].
- Schmullius C., (2009), *Earth system monitoring and modeling*, Friedrich Schiller University Jena, Germany Department of Geoinformatics and Remote Sensing, https://earth.esa.int/documents/973910/987578/cs2_schmullius.pdf, [Erişim 21 Ocak 2018].
- Şengün M.T., Kıranşan K., (2013), *Sahra Çölü Tozlarının Akdeniz Havzasına Etkisi*, 3rd International Geography Symposium - GEOMED 2013 Symposium Proceedings, ISBN: 978-605-62253-8-3, 582-596 pp.
- UNESCO-Iraq, (2013), *Iraq's water in the International Press*. <http://www.unesco.org/new/en/iraq-office/natural-sciences/water-sciences/water-in-iraq/>, [Erişim 23 Şubat 2018].
- Xu C., Dowd P., Mardia K., Fowell R., (2003), *Stochastic Modelling of Fractures in Rock Masses*, EPSRC grant number GR/R94602, Technical Report 4 (03/R02) Spatial Point Density Estimation, Press of Department of Mining and Mineral Engineering the University of Leeds, England, 63 ss.
- Yang H., Zhang X., Zhao F., Shi P., Liu L., (2015), *Mapping Sand-dust Storm Risk of the World*. In *World Atlas of Natural Disaster Risk*, Springer Press, Berlin/Heidelberg, ss. 115–150.
- Xuan J., Sokolik I.N., Hao J., Guo F., Mao H., Yang G., (2004). *Identification and characterization of sources of atmospheric mineral dust in East Asia*, Atmospheric Environment, 38(36): 6239-6252.